

# Analisa Perbandingan Klasifikasi Objek Manusia Menggunakan Algoritma *Histogram of Oriented Gradient* (HOG) dan *Gaussian Mixture Model* (GMM)

Yolinda Fatimah Munawaroh

Program Studi Pascasarjana, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Pamulang  
*e-mail*: yolindafatimah@yahoo.co.id

**Abstrak**—Pemantauan aktivitas manusia di dalam maupun di luar ruangan menjadi topik menarik selama pandemi SARS-CoV-2 pada tahun 2019. Berbagai metodologi digunakan untuk membantu mengurangi kemungkinan penyebaran virus, dua diantara metodologi yang banyak digunakan dalam pendeteksian objek manusia yakni klasifikasi menggunakan algoritma *Histogram of Oriented Gradient* (HOG) dan *Gaussian Mixture Model* (GMM). Pada penulisan ini, penulis mencoba melakukan analisa perbandingan klasifikasi objek menggunakan kedua algoritma dan menemukan bahwa algoritma *Histogram of Oriented Gradient* (HOG) memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dalam pendeteksian objek sebanyak 94.8%, sedangkan *Gaussian Mixture Model* (GMM) dengan akurasi deteksi rata-rata 88.4%.

**Kata Kunci**—Klasifikasi Objek Manusia, *Histogram of Oriented Gradient*, *Gaussian Mixture Model*.

## I. PENDAHULUAN

Pemantauan aktivitas manusia di dalam maupun di luar ruangan menjadi salah satu topik menarik pada beberapa waktu belakangan ini. Isu pandemic SARS-CoV-2 pada tahun 2019 yang lalu menjadi tantangan banyak pihak untuk menemukan metode dalam melakukan deteksi aktivitas, terutama jumlah manusia yang berada dalam satu lingkup area di satu waktu. Penerapan teknologi ini membantu dalam pengurangan kemungkinan penyebaran virus SARS-CoV-2, sebab virus tersebut tidak bergerak sendiri, melainkan menular dari satu orang ke orang lainnya [1].

Pendeteksian objek manusia harus dapat dilakukan secara real time dalam lingkup ruang-ruang publik yang ramai dan sering dikunjungi, seperti perpustakaan, antrian tiket, pelayanan di kantor pemerintahan, atau bahkan di area-area perbelanjaan [2] [3]. Pembatasan jumlah dari hasil pemantauan menjadi konsentrasi utama sehingga akurasi pembacaan data harus optimal. Dari latar belakang tersebut, CCTV menjadi salah satu media yang umum digunakan dalam sistem pengawasan real time di area-area keramaian untuk membantu dalam sistem keamanan. Pemanfaatan CCTV tidak hanya difungsikan sebatas sebagai sistem pemantau, melainkan agar dapat melakukan perhitungan objek sesuai dengan algoritma yang diintegrasikan dalam pembacaan citra yang diperoleh oleh CCTV [4] [5] [6].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Harry [7] terdapat sebuah sistem algoritma perhitungan jumlah object manusia menggunakan pendekatan algoritma *Gaussian Mixture Model* dalam ruangan dan di luar ruangan, sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Haryansyah [8], pendeteksian dilakukan menggunakan algoritma *Histogram Oriented of Gradient*, dengan pembacaan data dilakukan melalui skema kunjungan publik seperti pada kantor-kantor pemerintahan, antrian-antrian pada fasilitas umum, hingga area-area umum perbelanjaan. Kedua penelitian ini akan menjadi rujukan data penulis dalam melakukan analisa terhadap kedua algoritma dalam melakukan deteksi keberadaan objek manusia pada lingkup area tertentu, serta melakukan perhitungan jumlah objek yang tertangkap oleh citra gambar dalam sistem pemantauan, hal ini akan menunjukkan algoritma mana yang lebih efektif dalam sistem pendeteksian dan perhitungan objek.

## II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan penulis adalah studi literatur dengan mengumpulkan data dari jurnal-jurnal yang memiliki keterkaitan tema dalam melakukan pendeteksian dan perhitungan objek manusia, dan melakukan perbandingan dari hasil-hasil penelitian tersebut, penulis membagi penelitian ke dalam beberapa tahap penelitian yakni (1) pengumpulan data, (2) model yang diusulkan, (3) evaluasi dan validasi.

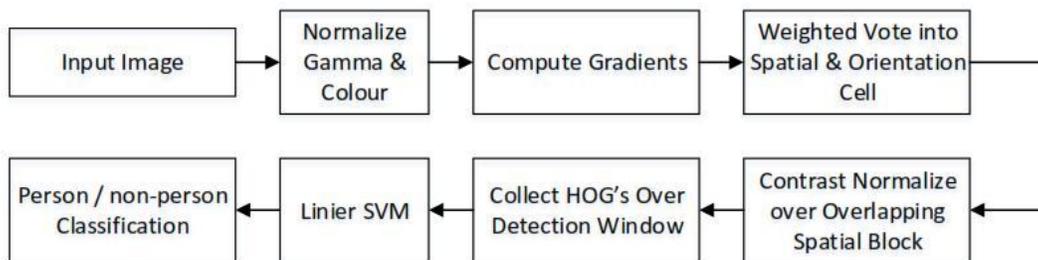
### A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan studi literatur yang dilakukan penulis, data pada penelitian Harry [7] akan menjadi data utama yang akan dilakukan analisa perbandingan dengan hasil dari data penelitian yang dilakukan oleh Haryansyah [8] Selain kedua data utama tersebut, data pendukung lainnya penulis peroleh dari jurnal-jurnal lain yang memiliki tema yang memiliki keterkaitan dengan pendeteksian dan perhitungan objek.

**B. Model yang Diusulkan**

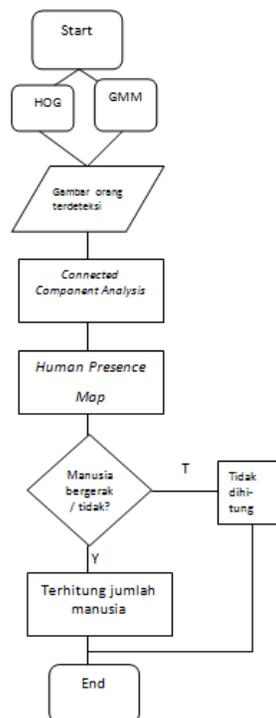
Model yang pertama diusulkan adalah pendeteksian objek menggunakan algoritma *Gaussian Mixture Model (GMM)*, algoritma GMM termasuk dalam model berbasis *clustering* [9], dengan hasil yang diperoleh berupa pemisahan antara background dengan foreground pada tiap frame (*background subtraction*) [7]. Model ini akan menerima multimodal background sehingga merupakan model yang robust terhadap gerakan berulang dalam elemen latar, objek gerakan lambat, dan memperkenalkan atau menghapus objek dari latar. GMM akan memberikan fungsi komponen Gaussian untuk tiap piksel citra yang diperoleh, dengan inputan berupa warna piksel yang terbentuk berdasarkan waktu. Model akan membentuk dua komponen utama, yakni background dan foreground. Background merupakan cluster data yang merepresentasikan latar dari area yang diamati, sedangkan foreground merupakan representasi objek yang diamati atau non-background [6].

Semakin besar jumlah model GMM yang digunakan, akan semakin banyak model background yang dimiliki oleh suatu piksel. Terdapat dua tahapan proses dari model GMM, yakni pencocokan input terhadap distribusi dan tahap pemilihan distribusi yang mencerminkan background. Di dalam tahap pencocokan input terdapat proses update parameter meliputi *weight*, *mean* dan *varian* [4] yang akan digunakan untuk mengolah input selanjutnya. Model selanjutnya yang penulis gunakan sebagai pembanding adalah algoritma *Histogram of Oriented Gradient (HOG)*, yang menggunakan teknik perhitungan kemunculan orientasi gradient dalam porsi lokal dari suatu citra. Berikut diagram alir dari proses ekstraksi pada algoritma HOG :



Gambar 1.  
 Diagram Alir Algoritma HOG[8]

Selanjutnya dari kedua model, dilakukan *Human Presence Map* untuk mendapatkan data ekstraksi ciri sehingga dapat dilakukan deteksi terhadap objek manusia dari data visual yang diperoleh. *Human Presence Map* akan meminimalisir adanya noise atau foreground palsu dan mencegah agar foreground orang yang tidak bergerak ikut masuk ke dalam background. Berikut diagram alir pada proses *Human Presence Map* :



Gambar 2.  
 Diagram Alir Proses Human Presence Map [8]

C. *Evaluasi dan Validasi*

Evaluasi dilakukan dengan menganalisa hasil klasifikasi yang dilakukan. Pengukuran data dilakukan dengan *confusion matrix* [10] berikut :

		Actual Values	
		Positive (1)	Negative (0)
Predicted Values	Positive (1)	TP	FP
	Negative (0)	FN	TN

Gambar 3.  
 Confusion Matrix [10]

Hasil akan dimasukkan ke dalam empat kategori table matrix, yakni TP (*True Positif*), FP (*False Positif*), FN (*False Negatif*) dan TN (*True Negatif*). Perhitungan akurasi data akan diperoleh dari nilai yang didapatkan pada confusion matrix dengan ketentuan persamaan :

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \tag{1}$$

Akurasi akan memberikan gambaran seberapa akurat model dalam melakukan klasifikasi dengan benar. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai *Precision* yang memberikan gambaran akurasi yang diinginkan dengan hasil prediksi yang diberikan oleh model, menggunakan persamaan :

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{2}$$

*Recall* atau *sensitivity*, menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali sebuah informasi, dengan persamaan seperti berikut :

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{3}$$

Dan sebagai validasi terakhir dapat menggunakan *F-1 Score* yang menggambarkan perbandingan rata-rata *precision* dan *recall* yang dibobotkan. Terkait ini, akurasi akan tepat digunakan sebagai acuan performansi algoritma jika data yang diperoleh memiliki jumlah data *False Negatif* dan *False Positif* yang mendekati (*symmetric*). Namun jika jumlahnya tidak mendekati, maka dapat menggunakan *F-1 Score* sebagai acuan, dengan persamaan :

$$F - 1 \text{ Score} = \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision} \tag{4}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Akurasi Perhitungan Menggunakan Gaussian Mixture Model*

Pada percobaan yang telah dilakukan oleh Haary, terdapat beberapa skenario uji untuk menemukan beberapa parameter ideal dalam hal pendeteksian objek manusia menggunakan kamera CCTV. Penulis akan menggunakan hasil percobaan yang merepresentasikan kondisi luar ruangan ketika CCTV mencoba untuk mengambil sample data.



Gambar 4.  
 Percobaan Deteksi Objek Menggunakan Gaussian Mixture Model [7]

Pada skenario percobaan, percobaan dilakukan sebanyak sepuluh kali, dengan jumlah objek manusia terbanyak berjumlah tiga, berikut tabel *confusion matrix* hasil percobaan:

Tabel 1.  
 Perhitungan Akurasi Percobaan Menggunakan Gaussian Mixture Model

Percobaan	Jumlah Orang	TP	FN	FP	TN	Accuracy	Precision	Recall
1	1	5	0	0	6	100%	100%	100%
2	1	3	1	2	3	66.7%	60%	75%
3	1	2	3	0	6	72.7%	100%	40%
4	1	3	1	0	5	88.9%	100%	75%
5	1	3	1	0	5	88.9%	100%	75%
6	2	3	0	0	4	100%	100%	100%
7	2	5	0	0	6	100%	100%	100%
8	2	5	0	0	6	100%	100%	100%
9	3	4	0	0	5	100%	100%	100%
10	3	4	0	3	2	66.7%	57.1%	100%

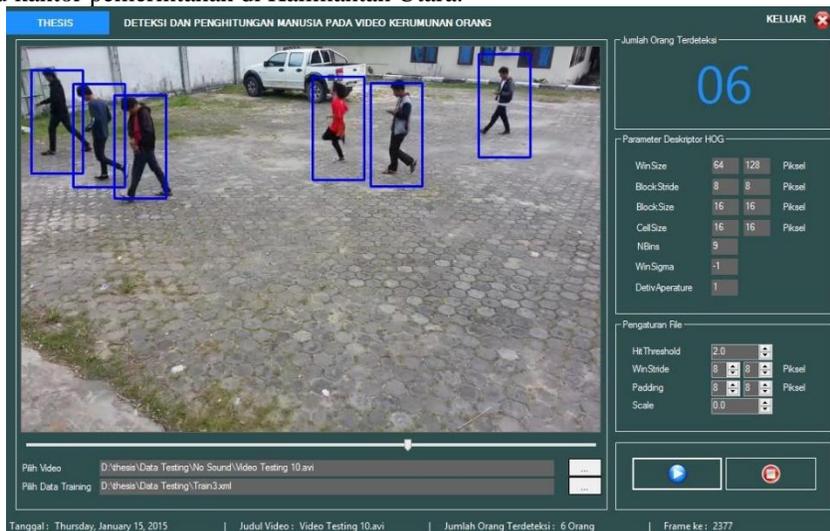
Pada hasil percobaan, diketahui kinerja algoritma dalam mendeteksi objek manusia cukup baik dengan hanya sedikit variasi saat mendeteksi manusia dengan benar. Hal ini ditunjukkan oleh dominasi nilai *True Positif* dibandingkan dengan *False Negatif*, dari 10 percobaan yang dilakukan, *False Negatif* hanya muncul di 4 percobaan. Nilai *False Negatif* ini menunjukkan bahwa program tidak mampu untuk mendeteksi keberadaan manusia saat manusia tersebut ada. Berikut perhitungan manual dari sample perolehan nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall* :

$$\begin{aligned}
 \text{Accuracy} &= (TP+TN)/(TP+FP+FN+TN) & \text{Precision} &= TP/(TP+FP) & \text{Recall} &= TP/(TP+FN) \\
 &= (3+3)/(3+2+1+3) & &= 3/(3+2) & &= 3/(3+1) \\
 &= 6/8 & &= 3/5 & &= 3/4 \\
 &= 0.667 & &= 0.6 & &= 0.75 \\
 &= 0.667 \times 100\% & &= 0.6 \times 100\% & &= 0.75 \times 100\% \\
 &= 66.7\% & &= 60\% & &= 75\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil percobaan tersebut, diperoleh kondisi akurasi rata-rata program dapat melakukan deteksi objek manusia sebesar 88.4%.

**B. Akurasi Perhitungan Menggunakan Histogram of Oriented Gradient**

Percobaan dilakukan dengan mendeteksi dan menghitung jumlah objek manusia yang didapat dari citra kamera. Percobaan dilakukan pada salah satu kantor pemerintahan di Kalimantan Utara.



Gambar 5.  
 Percobaan Deteksi Objek Menggunakan Histogram of Oriented Gradient [8]

Pada skenario percobaan, percobaan dilakukan sebanyak 6 kali dengan objek terbanyak berjumlah tujuh manusia.

Tabel 2.  
 Perhitungan Akurasi Menggunakan Histogram of Oriented Gradient

Percobaan	Jumlah Orang	TP	FN	FP	TN	Accuracy	Precision	Recall
1	4	4	0	0	0	100%	100%	100%
2	5	5	0	0	0	100%	100%	100%
3	6	6	0	0	0	100%	100%	100%
4	6	5	0	1	0	83.3%	83.3%	100%
5	7	7	0	0	0	100%	100%	100%
6	7	6	1	0	0	85.7%	100%	85.7%

Dari enam percobaan, *False Negatif* hanya muncul sekali, hal ini menunjukkan sistem deteksi objek yang dilakukan telah cukup baik.

Berikut perhitungan manual dari sample perolehan nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall* :

$Accuracy = (TP+TN)/(TP+FP+FN+TN)$	$Precision = TP/(TP+FP)$	$Recall = TP/(TP+FN)$
$= (6+0)/(6+1+0+0)$	$= 6/(6+1)$	$= 6/(6+0)$
$= 6/7$	$= 6/7$	$= 66$
$= 0,833$	$= 0.833$	$= 1$
$= 0.833 \times 100\%$	$= 0.833 \times 100\%$	$= 1 \times 100\%$
$= 83.3\%$	$= 83.3\%$	$= 100\%$

Dari data percobaan yang diperoleh, rata-rata akurasi dalam pembacaan objek adalah 94.8%.

#### IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penjabaran di atas yakni :

1. Pada algoritma *Gaussian Mixture Model (GMM)* menggunakan deskripsi pixel dari background untuk melakukan deteksi objek, sementara pada *Histogram of Oriented Gradient (HOG)* pendeteksian objek dilakukan dengan image processing
2. Dari hasil percobaan algoritma untuk mendeteksi keberadaan objek dan menghitung objek tersebut, algoritma *Histogram of Oriented Gradient (HOG)* lebih efektif dibandingkan dengan *Gaussian Mixture Model (GMM)*, dengan presensi akurasi yang lebih tinggi. Beberapa parameter dalam percobaan akan mempengaruhi hasil deteksi objek, seperti jumlah frame, sudut kamera, jarak kamera, variasi jumlah objek, dan hit threshold.
3. Penggunaan *Human Presence Map* untuk membantu proses clustering data sebagai background maupun foreground dalam pembacaan data. Apabila objek bergerak, maka akan diklasifikasikan sebagai foreground, dan apabila objek tidak bergerak dalam kurun waktu tertentu, objek bisa dianggap sebagai background dan tidak dapat dihitung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Hastuti and S. N. Djanah, "STUDI TINJAUAN PUSTAKA: PENULARAN DAN PENCEGAHAN PENYEBARAN COVID-19," *Nadaa J. Kesehat. Masy.*, vol. 7, no. 2, p. 70, Dec. 2020, doi: 10.31602/ann.v7i2.2984.
- [2] A. E. F. Anatasya, P. Wahyuningsih, and A. Jalil, "IMPLEMENTASI METODE BINARY IMAGE COMPARISON DALAM MEMANTAU JUMLAH PENGUNJUNG PADA RUANG PUBLIK BERBASIS CITRA," *J. Elektro Luceat*, vol. 8, no. 2, Nov. 2022.
- [3] Y. A. Mulyono and D. Setiadikarunia, "Pendeteksi Posisi Keberadaan Manusia dalam Ruang Menggunakan Metode Perbedaan Citra dengan Sensor Webcam," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi Dan Kontrol*, vol. 5, no. 1, pp. 1–14, May 2019, doi: 10.15575/telka.v5n1.1-14.
- [4] S. Rostianingsih, R. Adipranata, and F. S. Wibisono, "ADAPTIVE BACKGROUND DENGAN METODE GAUSSIAN MIXTURE MODELS UNTUK REAL-TIME TRACKING," *J. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 68–77, Jan. 2009, doi: 10.9744/informatika.9.1.68-77.
- [5] H. A. Al-Mujadidi, "REAL TIME CCTV DETEKSI MANUSIA DENGAN SISTEM VIRTUAL LINE," *E-Proceeding Eng.*, vol. Vol.6, No.3, p. 10120, Desember 2019.
- [6] D. H. Prakoso, B. Purnama, and F. Sthevanie, "Penghitungan Orang dengan Metode Gaussian Mixture Model dan Human Presence Map," *E-Proceeding Eng.*, vol. Vol.2, No.1, p. 1562, Apr. 2015.
- [7] M. H. B. Pratama and A. Hidayatno, "APLIKASI DETEKSI GERAK PADA KAMERA KEAMANAN MENGGUNAKAN METODE BACKGROUND SUBTRACTION DENGAN ALGORITMA GAUSSIAN MIXTURE MODEL," *TRANSIENT*, vol. VOL. 6, NO. 2, p. 247, Jun. 2017.
- [8] Haryansyah and Y. Kristian, "DETEKSI DAN PENGHITUNGAN MANUSIA PADA VIDEO PENGUNJUNG INSTANSI PEMERINTAH DI TARAKAN MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS," *Semin. Nas. "Inovasi Dalam Desain Dan Teknol. - IDeaTech 2015*, 2015.
- [9] R. Ummami and B. Winarno, "Gaussian Mixture Model dengan Algoritme Expectation Maximization untuk Pengelompokan Data Distribusi Air Bersih di Jawa Barat," *RISMA Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 6, 2023.
- [10] M. S. ANGGREANY, "Confusion Matrix," *Confusion Matrix*. <https://socs.binus.ac.id/2020/11/01/confusion-matrix/>